



Doctoral Thesis

## **Doppler-Radar Windprofiler Auswertemethoden und Perspektiven für den Einsatz im operationellen Betrieb und in der Forschung**

**Author(s):**

Steiner, Anton

**Publication Date:**

1994

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000943964> →

**Rights / License:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH Nr. 10 520

**DOPPLER-RADAR WINDPROFILER:  
AUSWERTEMETHODEN UND  
PERSPEKTIVEN FÜR DEN EINSATZ IM  
OPERATIONELLEN BETRIEB UND IN DER  
FORSCHUNG**

**ABHANDLUNG**  
zur Erlangung des Titels  
**DOKTOR DER NATURWISSENSCHAFTEN**  
der  
**EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE, ZÜRICH**

vorgelegt von  
**ANTON STEINER**  
Dipl. Phys. ETH  
geboren am 15. Juli 1959  
von Schwyz, SZ

Angenommen auf Antrag von:  
Prof. Dr. A. Waldvogel, Referent  
Dr. H. Richner, Korreferent  
Dr. R. Rüster, Korreferent

Zürich, 1994

## Zusammenfassung

Windprofiler scheinen ideal auf die Bedürfnisse der operationellen Meteorologie zugeschnitten zu sein. Sie ermöglichen eine weitgehend automatische, kontinuierliche, zeitlich hoch aufgelöste Messung der Windverhältnisse in der freien Atmosphäre. Trotzdem wurden Windprofiler bisher vor allem in der Forschung eingesetzt, nicht in der operationellen Meteorologie. Zwei Gründe tragen wesentlich zu diesem Umstand bei: Erstens sind Windprofiler diversen Störeinflüssen ausgesetzt, welche z.T. grosse Fehler bei der Windmessung verursachen können, und zweitens stellen die Profiler selbst ein Störpotential für andere Benutzer dar durch die Profiler verwendeten elektromagnetischen Frequenzbereiche dar, was eine Frequenzzuteilung zumindest in dicht besiedelten Gebieten schwierig macht.

In der vorliegenden Arbeit werden Lösungsansätze für diese beiden Probleme präsentiert. Eine Reduzierung der Windprofiler-Fehlmessungen wurde mit den folgenden drei Methoden erreicht: Qualitätskontrolle der Profilerdaten mit statistischen Methoden, spezifische Erkennung eines bekannten Störeinflusses, nämlich Niederschlag, sowie Abschirmung der Profilerantenne. Alle Messungen für die vorliegende Arbeit wurden mit 404 MHz Profilern durchgeführt, die Resultate sind somit nur bedingt auf andere Frequenzbereiche übertragbar.

Es wurde ein Verfahren für die Qualitätskontrolle der Profiler-Momentdaten entwickelt, welches vollständig automatisch und quasi in Echtzeit funktioniert und deshalb auch für einen kontinuierlichen Betrieb in der operationellen Meteorologie geeignet ist. Die durch die Qualitätskontrolle als fehlerhaft klassifizierten Daten werden eliminiert, d.h. markiert und von einer Weiterverwendung ausgeschlossen. Das Verfahren wurde anhand eines Vergleichsdatensatzes so optimiert, dass einerseits die Differenzen zwischen Windmessungen des Profilers und Windmessungen von gleichzeitig durchgeführten Ballonsondierungen minimal wurden, andererseits jedoch die Anzahl der durch die Qualitätskontrolle eliminierten Windprofiler-Daten möglichst klein blieb. Anschliessend wurde die Qualitätskontrolle überprüft, indem sie auf die Profilerdaten von mehreren anderen Vergleichen zwischen Profilermessungen und Ballonsondierungen angewendet wurde. Bei den verschiedenen Vergleichsdatensätzen wurde im Falle von stündlich gemittelten Profilerwinden eine Reduktion der Differenzen zu den Sondenwinden zwischen 22 % und 61 % erreicht, wobei zwischen 3 % und 28 % der ursprünglich gemessenen Profilerwinde eliminiert wurden. Bei Profilerwinden mit einer zeitlichen Auflösung von 6 Minuten wurden die Differenzen zu den Sondenwinden um 40 % bis 82 % reduziert bei einem Datenverlust zwischen 19 % und 42 %.

Bei der Methode zur Unterscheidung von Niederschlags- und Klarluftechos wird die Unterscheidung allein aufgrund der durch den Profiler gemessenen Momentdaten vorgenommen. Für die Verifizierung der Methode wurden die als Niederschlag klassifizierten Radarechos mit Niederschlagsmessungen am Boden und mit Niederschlagsmessungen eines X-Band Doppler-Radars in der freien Atmosphäre verglichen. Die Vergleiche zeigten, dass mit der entwickelten Methode eine zuverlässige Unterscheidung zwischen Niederschlags- und Klarluftechos möglich ist. Das Weglassen sämtlicher Profilermessungen von Radarechos, welche durch die Methode als

Niederschlagsechos klassifiziert wurden, führte wider Erwarten zu keiner Reduktion der Differenzen zwischen Profilerwinden und gleichzeitig gemessenen Sondenwinden, dies obwohl bei einer subjektiven Analyse der Profilerdaten konvektive Niederschläge häufig als Quelle massiver Störungen der Windmessungen mittels Profiler identifiziert wurden. Die Tatsache, dass bei den Vergleichsmessungen keine Ballonsondierungen während konvektiver Niederschläge durchgeführt wurden, wird als Hauptgrund für das unerwartete Resultat angesehen.

Für die Abschirmung der Profilerantenne wurden zwei verschiedene Methoden untersucht: das Aufstellen eines metallischen Zauns um die Profilerantenne, sowie das Aufstellen der Profilerantenne in einer Kiesgrube. Die Abschirmung der Profilerantenne mit einem metallischen Zaun bewirkte keine Reduktion der Differenzen zwischen den Profilerwinden und den zu Vergleichszwecken gemessenen Sondenwinden. Die Abschirmung durch die Kiesgrube hingegen bewirkte eine deutliche Reduktion dieser Differenzen. Bei Profilerdaten, welche die oben erwähnte Qualitätskontrolle passierten, betrug die Reduktion dieser Differenzen durch die Abschirmung mittels Kiesgrube 46 %, bei nicht kontrollierten Profilerdaten betrug sie 24 %. Die Abschirmung der Profilerantenne durch eine Kiesgrube und die Qualitätskontrolle mit statistischen Methoden ergänzen sich somit gegenseitig.

Nebst der Auswirkung der Antennenabschirmung auf die Profilerdaten wurde auch deren Auswirkung auf die durch den Profiler verursachte Streustrahlung in der Umgebung der Profilerantenne untersucht. Die Antennenabschirmung mittels eines metallischen Zauns bewirkte eine Reduktion der elektromagnetischen Feldstärke auf der Sendefrequenz des Profilers um  $4.6 \pm 5.1$  dB, die Abschirmung mittels Kiesgrube eine solche um  $14.4 \pm 7.8$  dB. Damit ist nachgewiesen, dass mit einer geeigneten Abschirmung das Störpotential, welches Profiler im 404 MHz Bereich für andere Benutzer von Frequenzen im selben Bereich darstellen, reduziert werden kann.

## Abstract

Wind profilers are suitable instruments for wind measurements not only in research, but also in operational meteorology, since they offer the possibility to measure automatically vertical profiles of the wind on a nearly continuous basis, with a high temporal resolution. There are two problems, however, which prevented a widespread use of wind profilers in operational meteorology up until now: first, wind profilers are sensible to different sources of disturbances, which cause spurious wind measurements, and second, wind profilers are supposed to have a considerable interference potential with regard to other, ground based electromagnetic equipment, which makes frequency allocation difficult at least in crowded areas.

In the present study, approaches to the solutions of these two problems are presented. Spurious wind measurements were reduced by the following three methods: quality control of profiler data by statistical means, identification and isolation of one significant source of disturbances, i.e. precipitation, and shielding of the profiler antenna. Since all wind profiler measurements for the present study were made using 404 MHz systems, some of the results may not be valid for profilers operating at different frequencies.

For the quality control of profiler moment data by statistical means, new algorithms were developed, which run automatically and in near real time, what makes them suitable for a continuous use in operational meteorology. The algorithms edit all profiler data, which are judged as erroneous. The parameters of the algorithms were tuned in such a way, that on the one hand differences between profiler wind measurements and wind measurements from radiosondes, which were launched for comparison, became a minimum, and on the other hand, the number of edited profiler measurements remained as small as possible. Afterwards, the algorithms were tested by applying them to profiler data from other datasets containing comparisons from radiosonde and profiler wind measurements. Applied to hourly averaged profiler data, the quality control caused a reduction of the differences between profiler and radiosonde measured winds, which ranged from 22 % to 61 % for the different datasets, what was achieved by editing 3 % to 28 % of the originally measured data. For profiler data with a temporal resolution of 6 minutes, the differences were reduced by 40 % to 82 % by editing 19 % to 42 % of the original measurements.

For the separation of clear-air from precipitation echoes, a method was developed, which based on the different properties of the moment data for these two types of echoes. The method was verified by comparing profiler echoes classified as precipitation with rain gauge measurements on the ground and with precipitation measurements from a vertically pointing X-band Doppler radar. The comparisons proved that the method reliably separated precipitation from clear-air echoes. However, when omitting all profiler data, which based on echoes classified as precipitation, no reduction of the differences between profiler winds and simultaneously measured radiosonde winds was observed, although at least precipitation of convective type often caused profiler wind measurements which were subjectively judged as spurious. It is supposed that the lack of radiosoundings measured during situations of convective precipitation lead to this unexpected result.

Two methods for shielding the profiler antenna were investigated: shielding the antenna with a metallic fence and shielding by siting the antenna in a gravel pit. Shielding the antenna with a metallic fence did not reduce the differences between profiler winds and radiosonde winds measured for comparison, whereas siting the antenna in a gravel pit did. For profiler winds, which were quality controlled by the above mentioned algorithms, the shielding effects of the gravel pit caused a reduction of the differences by 46 %, for uncontrolled profiler winds the reduction was 24 %.

Beside the effects on the quality of profiler data, the influence of shielding the profiler antenna on the electromagnetic field strength in the vicinity of the profiler antenna was investigated, too. Shielding the antenna with a metallic fence reduced the surface field strength on the nominal profiler frequency in the vicinity of the antenna by  $4.6 \pm 5.1$  dB, shielding the antenna by siting it in a gravel pit reduced this field strength by  $14.4 \pm 7.8$  dB. This shows, that a proper shielding of profiler antennas can significantly reduce the interference potential of wind profilers operating with frequencies around 400 MHz.